Über die psychischen Fähigkeiten der Ameisen.

Von
Geh. Regierungsrat Dr. **Ch. Ernst**,
Wiesbaden.

Mit 5 Abbildungen.

Über dieses Thema habe ich im Winter 1915/16 im nass. Verein f. Naturkunde einen Vortrag gehalten. Die nachfolgende Darstellung lehnt sich in freier Ausführung an diesen Vortrag an.

Die letzten Zeiten haben unsere Kenntnis vom Leben der Ameisen wieder um zwei Merkwürdigkeiten vermehrt. Wir haben tropische Ameisen kennen gelernt, die auf Bäumen Kartonnester bauen, deren Risse oder Fugen durch eine richtige Webarbeit verklebt und ausgebessert werden. Dabei ziehen mehrere Ameisen mit den Kiefern und Füsschen die abstehenden Ränder eng aneinander, und dann kommen andere mit ausgewachsenen Ameisenlarven im Maul und bewegen diese wie Weberschiffchen über den Spalt hin und her. Der aus den Spinndrüsen der Larven austretende flüssige Spinnstoff legt sich dabei fadenartig über den Spalt, erhärtet rasch an der Luft und hält so die Spaltränder fest zusammen. Noch merkwürdiger sind die Lebensgewohnheiten der Pilze züchtenden Ameisen. Sie schneiden aus den Blättern von Bäumen und Sträuchern rundliche Stücke und tragen sie zum Nest, wo sie zerknetet und zu einem Brei zerdrückt werden. Das Blattmus ist aber nicht selbst die Nahrung der Ameisen, sondern dient nur als Pflanzboden für einen Pilz, dessen Mycel den Nährboden durchzieht, während an der Oberfläche die Luftmycelien sich schimmelartig ausbreiten. Soweit lassen es aber die Ameisen nicht kommen. Sie beissen die feinen, fadenartigen Luftmycelien ab, wie Gärtner Pflanzen stutzen, und dann verdicken sich die Luftmycelien wie Kohlrabi, welche Verdickungen die eigentliche Nahrung der Ameisen ausmachen. Das Merkwürdigste aber ist

das Verhalten einer jungen Königin der Pilzzüchter, die die Gründung einer neuen Kolonie vorbereitet. Auf den Hochzeitsflug nimmt sie in der Infrabuccaltasche eine kleine Menge des Mycels mit, und sobald sie nach der Begattung an einer geeigneten Stelle untergeschlüpft ist, legt sie neben den Eiern zugleich einen kleinen Pilzgarten an, den sie mit den eigenen Ausscheidungen häufig düngt. Den so abgehenden Körperstoff ersetzt sie dadurch, dass sie den grössten Teil ihrer Eier wieder als Nahrung aufnimmt. Natürlich kann dieser Zirkel nur kurze Zeit dauern; er endet, sobald die ersten kleinen Ameisen auskriechen und die Pflege des Pilzgartens übernehmen.

Es fällt schwer, uns solche Tätigkeitsreihen anders als geleitet durch bewusste Überlegung vorzustellen. Aber so entwickelte Überlegung rückt dann ganz nahe an menschliche Intelligenz heran, und wir hätten uns zu entscheiden, ob wir dem Tier einen so hohen Grad von Intelligenz mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit zubilligen dürfen, oder ob wir einen mechanischen Ablauf von Tätigkeiten ohne Mitwirkung von Intelligenz anzunehmen haben. Ganz allgemein werden wir sagen können, je menschenähnlicher die Vorgänge sind, um so mehr haben wir Anlass die Mitwirkung der Intelligenz zu bezweifeln, wenn wir schon bei viel einfacheren Tätigkeiten nachweisen können, dass sie wesentlich mechanisch geübt werden.

Belehrend ist in dieser Frage der Zellenbau der den Ameisen nahe stehenden Biene. Nicht nur die einzelne Zelle ist ein wundervolles Kunstwerk, noch wunderbarer ist die Verbindung der sechsseitigen Säule mit den Nebenzellen, besonders aber der Zusammenhang der 3 abschliessenden Rhomboederseiten mit 3 entgegenstehenden Zellen der Gegenseite der Wabe und die höchste Zweckmäfsigkeit der ganzen Anlage für die Entwickelung des Tieres. Sind die Bienen also vielleicht menschenähnliche Baukünstler? Wir dürfen es bezweifeln, wenn wir erkennen, dass die Formen und Lagenverhältnisse der Zellen auf Druckverhältnissen beruhen, die sich durch Kugeln aus plastischer Masse nach den Regeln der Geometrie und Mechanik unschwer nachahmen lassen. Wie aber erklärt sich eine mechanische Anlage, da doch der Druck durch den Larvenkörper erst nach Vollendung des Baues ausgeübt wird? Wenn wir annehmen, dass der kunstvolle Organismus, den wir heute vor uns sehen, das Endglied einer langen Entwickelungsreihe ist, dann ist es nicht schwerer anzunehmen, dass alle seine Lebenstätigkeiten eine gleiche, parallel laufende, zugeordnete Entwickelung durchgemacht haben,

deren Endglied nicht rätselhafter ist als jenes. Wir sagen also mit J. H. Fabre, dem berühmten Erforscher des Insektenlebens, vom Insekt: «Il maçonne, il tisse, il chasse, il poignarde, il paralyse, comme il digère». «Es kennt seine wunderbaren Talente ebensowenig wie der Magen seine weise Chemie.»

Indessen, dürfen wir Ameisen und Bienen daneben auch psychische Qualitäten zuschreiben? Die «neuere deutsche Schule», wie das Ausland sie nennt, hat diese Frage verneint, und die ausländische Kritik sagt dazu: «Man muss gestehen, dass die Deutschen in dieser Reaktion gegen den Anthropomorphismus keine halbe Sache machten; sie gelangten dahin, die Lebewesen zu blossen Maschinen zu degradieren, die in der Dunkelheit und Stille des Unbewussten funktionieren, ja sie sprachen ihnen sogar die Empfindung ab». Der Theorie, welche die Tierseele vermenschlicht, ihre Rätsel nur begreift, indem sie die eigene ganze Seele in die Natur hineinlegt, steht also eine andere scharf gegenüber, die nach Descartes' Vorgang das Tier zur Maschine macht. Für uns ist beides Theorie. Wir halten uns an Goethes warnende Worte, dass Theorien dem Fortschritt des menschlichen Geistes, den sie in gewissem Sinne befördern, sogleich wieder hemmend und schädlich werden können, und wollen uns auch den Grund gesagt sein lassen: «Der Mensch freut sich nämlich mehr an der Vorstellung als an der Sache».

Um möglichst nahe an «die Sache» heranzukommen, werden wir von allen rätselhaften Erscheinungen des Ameisenlebens, die unser Erstaunen hervorrufen und unsere Phantasie gefährlich beleben, absehen und uns an einfachste Lebensvorgänge halten, das Wegfinden und das gesellige Zusammenleben. Aber nicht mit reiner Beobachtung werden wir dem psychischen Leben nahe zu kommen suchen, ihre Ergebnisse sind zu stark gefärbt von «der Vorstellung». Klarheit und Sicherheit verschafft erst das Experiment. Wir müssen dem Tier Aufgaben stellen, den natürlichen Ablauf des Handelns unterbrechen, müssen sehen, wie das Tier sich aus der Verlegenheit hilft, welche Sinne es da gebraucht, ob Intelligenz, wenn auch nur in Spuren, dabei im Spiel ist, usf. In einem zweiten Teil soll untersucht werden, ob sich im Zusammenleben der Tiere experimentell Erscheinungen herausbringen lassen, die einen genügend sicheren Schluss auf das Vorhandensein gewisser Gefühlselemente zulassen. Vorgreifend soll über diese Untersuchung des Erkenntnis- und Gefühlsvermögens der Ameisen jetzt schon gesagt werden: Die Ameisen erkennen und fühlen.

I.

Das Wegfinden der Ameisen ist ein ziemlich kompliziertes Problem. Einmal gibt es verschiedene Wege bei den Ameisen, Massenwege und Einzelwege. Von den ersteren sind die bekanntesten die breiteren Strassen und die schmalen Fährten oder Spurwege. Die Einzelwege sind in ihrer Mehrzahl die scheinbar zwecklosen Gänge in der Nähe des Nestes, unserem Spazierengehen vergleichbar. Wichtiger sind die unschwer zu erkennenden Gänge, die stets nur von einzelnen Ameisen zum Teil auf sehr weite Entfernungen unternommen werden, um eine Beute zu suchen oder für die wanderlustigen Ameisen einen neuen Nestplatz ausfindig zu machen. Es sind die Wege einer Kundschafterin, wie wir sie nennen wollen, «qui s'en va seule», wie Piéron sagt, der sie zuerst untersucht hat.

An dem Auffinden und Festhalten des Weges nehmen verschiedene Sinne teil, und zwar mit verschiedener Stärke bei den Gattungen und Arten. Der wichtigste ist der für die Ameisen überhaupt wertvollste Sinn, der Berührungsgeruch, für den es in unserem Sinnesleben nichts Entsprechendes gibt. Er ist für die sozial lebenden Ameisen unentbehrlich, denn er ist das einzige Erkennungsmittel von Freund und Feind, gibt also ausschliesslich die Möglichkeit, Nestgenossen und Nestfremde zu unterscheiden. Wir können ihn nur als Zusammensetzung von Geruch und Berührung begreifen, denn sein Organ sind die Fühler, die den Gegenstand abtasten, und er ist zugleich ein chemischer Sinn, denn er lässt sich chemisch beeinflussen. Schon lange weiss man auch, dass bei der Orientierung der Gesichtssinn mitwirkt, ja Lubbock, dem wir die grundlegenden Versuche hierüber verdanken, kommt zu dem Schluss, «dass die Ameisen bei der Bestimmung ihres Weges von der Richtung des Lichtes bedeutend beeinflusst werden». Doch ist dieser Sinn bei den Ameisen durchweg schlecht, zum Teil ganz schlecht entwickelt. Die am besten sehenden Formica-Arten, die zugleich auch die intelligentesten Ameisen sind, erkennen eine Beute nur auf ganz wenige Zentimeter, andere, wie die Lasius-Arten, sehen noch viel schlechter, und manche unserer unterirdisch lebenden Ameisen können als fast blind bezeichnet werden. Daher glaubte man z. B. die Lasius beim Wegfinden auch so stark auf den Geruch und ihre Spur angewiesen, dass Wasmann bei ihnen von einer «sklavisch verfolgten Geruchsfährte» spricht. Neben dem Berührungsgeruch und dem Gesichtssinn kommt aber noch der Geruchssinn in Betracht, den Forel «flairer» nennt und den ich mit

«wittern» oder «winden» bezeichnen möchte, weil es eine Art Ferngeruch ist, der mit leise wiegenden Fühlerbewegungen durch die Luft aufgenommen wird und unserer Geruchsempfindung am nächsten steht. Endlich fassen die Ameisen bei ihren Wegen auch Richtungsänderungen, Richtungswinkel und ihre Grösse auf und haben Gedächtnis für die ausgeübten Muskelbewegungen, sie haben Muskelempfindungen, Muskelgedächtnis.

Eine Merkwürdigkeit bei dem Verkehr auf den Strassen und Fährten ist noch zu erwähnen. Eine der Spur folgende Ameise erkennt mit untrüglicher Sicherheit auch die Spurrichtung, sie weiss also, ob der Weg zum Nest hingeht oder von ihm wegführt. Das hat Darwin und Fabre veranlasst, ernsthaft an die Mitwirkung des Erdmagnetismus bei der Orientierung der Ameisen zu denken. Die Versuche haben diese Vermutung nicht bestätigt, wie auch einen besonderen Richtungssinn der Ameisen nicht, den andere (Cornetz) angenommen haben. Ebensowenig Erfolg hatte Bethe, der die einzelne Spur mit + und — polarisiert annahm und an eine besondere Empfindung der Ameisen für diese Polarisation glaubte. So blieb Wasmanns Erklärung noch die wahrscheinlichste, dass die Fussspur Geruch und zugleich nach einer Seite gerichtete Form gebe, in der Weise, dass die Ameise nicht bloss die chemische Spur, sondern auch die Richtung der Fussspur durch den Berührungsgeruch auffasse. Das in dieser Erklärung liegende, von Wasmann selbst betonte Problematische, im Zusammenhang mit der oben erwähnten Auffassung Lubbocks und später zu erwähnenden Versuchen Santschis, war der Ausgangspunkt meiner Untersuchungen.

Meine hauptsächlichsten Versuche über die Orientierung der Ameisen habe ich mit Formica rufa und Lasius niger in einer Forelschen Gipsarena angestellt; bei den Rufa in einer ziemlich umfangreichen mit grossem Glasgefäss oder Gipsnest im Innern; mit einer kleinen Arena (30×18 cm) bei den Lasius, deren aussenstehendes Nest durch ein Glasrohr mit der Arena in Verbindung stand. Als Anregungsmittel zu bestimmten Wegen dienten Futterplätze (Honig) oder Ausstreuen von Puppen, die stets sofort in das verdunkelte Nest getragen werden. Bei den Wegen der Rufa waren immer 3 Phasen gut zu unterscheiden, am deutlichsten, wenn die Wege, wie beim Einziehen in eine neue Wohnung, noch nicht recht geläufig waren. Wir betrachten einen Heimweg, mit oder ohne Puppe. Das Tier nimmt in raschem Lauf die ungefähre Richtung auf die Nestöffnung zu, entweder auf kürzestem Wege oder

wenn Umwege gemacht werden, mit einer auffallenden Anzahl grader Wegstrecken, nicht bloss an Kanten, Fugen u. dgl., sondern auch diagonal über freie Flächen. Diese Wegstrecken, insbesondere die gradlinigen, werden rasch und mit der grössten Sicherheit zurückgelegt. Das Tier besinnt sich fast nie; es vertraut seiner Leitung. Selten führt der Weg natürlich genau auf die Nestöffnung; die Ameise gelangt zu einem Punkte, der davor, seitwärts oder darüber hinaus liegt. Hier stutzt sie plötzlich und es beginnt, deutlich abgesetzt, die 2. Phase. Die Ameise bewegt sich langsam, prüfend, tastend, witternd und äugend in Windungen hin und her, bis sie auf einen Punkt trifft, wo irgendwelche sinnliche Wahrnehmung sie nach der Nestöffnung hinweist. In diesem Augenblick hören die langsamen, stutzenden, prüfenden Bewegungen plötzlich auf. Die Ameise geht rasch, sicher und ohne Umwege zur Nestöffnung hinein. Dies ist die 3. Phase.

Jede dieser 3 Phasen ist interessant für sich. Bei der ersten sehen wir den sicheren Führer, wobei wir zunächst an den Berührungsgeruch zu denken haben, bei Wegwinkeln auch an kinästhetische Empfindungen. Psychologisch interessant ist die 2. Phase, in der sich die Ameise genau wie ein irrgelaufener, sich besinnender Mensch benimmt. Sie prüft augenblickliche Wahrnehmungen und vergleicht sie mit früher aufgenommenen Erfahrungen, die sie im Gedächtnis bewahrt hat. So geht sie, manchmal sehr lange, in engeren oder weiteren Windungen, die Turner am besten beschrieben hat, hin und her, bis sie auf einmal, ganz plötzlich, orientiert ist, sich bekannt fühlt und ohne zu schwanken in das Nest hineingeht. Bei der 2. und 3. Phase erkennen wir, dass das «Spazierengehen» der Ameisen in der nächsten Umgebung des Nestes nicht so zwecklos ist, wie es scheint; es dient zur Orientierung, wie das Vorspielen der Bienen vor dem Flugloch.

Bei meinen Versuchen mit Rufa, die in den Abend hinein fortgesetzt wurden, hatte ich bemerkt, dass die Tiere bei Lampenbeleuchtung, die nicht von der Fensterseite kam, in ihren Wegen unsicher wurden, herumsuchten oder auch ganz irr wurden, und zwar auch auf graden Wegstrecken, die sonst mit grosser Sicherheit begangen wurden. Hier schien also der leitende Sinn nicht der Berührungsgeruch zu sein, wenigstens nicht der mafsgebende. Am besten war das aufzuklären mit Hilfe der Lasius, die in der Freiheit die Geruchsfährte «sklavisch verfolgen». Ein neu gefülltes Lasiusnest mit Arena (Fig. 3) wurde auf ein drehbares Gestell gelegt, das vor einem westlich gelegenen Fenster

stand, das Nest im Süden. Nachdem die Lasius sich eingewöhnt und den graden Weg von der Nestöffnung O zum Futterplatz H eingeübt hatten, wurde der ganze Apparat langsam gedreht. Die Tiere wurden dadurch in genau kreisförmigen Bahnen von ihren Wegen abgedrängt. Es waren links gewendete Kurven, wenn ich rechts drehte, und umgekehrt. Und die Kurven waren flach und wenig gebogen bei langsamer Drehung und stark gekrümmt bei rascherer Drehung. Kreislinien von Talergrösse waren leicht zu erreichen, ja, bei einem Tier, das an einem kühlen Morgen halb erstarrt von H kam, sogar ein, an Richtungslinien des Arenabodens gemessener Berührungskreis von nicht mehr als 1 cm Durchmesser. So konnte ich die Tiere wie Maschinen auf der Fläche hin- und herschieben, rechts und links herum, und an jeden beliebigen Punkt der Fläche bringen, ohne dass sie sich in ihrem vermeinten Wege stören liessen, der immer so gerichtet war, dass sie das Licht stets von der Seite behielten, wie Hinweg oder Rückweg es erforderte. Bei diesen Bewegungen war also der Berührungsgeruch vollständig ausgeschaltet und die seitliche Lichtwirkung die einzig mafsgebende.

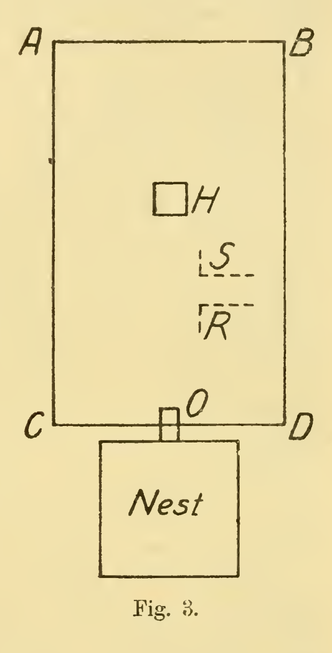


Fig. 3.

Die nächste Aufgabe, die ich mir stellte, war, das Tier in solche Lage zu bringen, dass dem alleinherrschenden, mechanisch wirkenden Lichteinfluss andere Sinneseindrücke und Erfahrungen entgegentreten, ihn berichtigen und bewältigen konnten. Das war am besten an der Nestöffnung O zu erreichen. Durch Halbdrehungen konnte ich ein von H heimkehrendes Tier beliebig oft zwischen O und H hin- und hergehen lassen, 6—8—10 mal. Anfangs blieb ich etwas weiter von dem Anziehungspunkt O ab, bei den folgenden Kehren führte ich das Tier immer näher an O heran. Wie ich endlich bei einer Entfernung von 1 cm wieder eine Kehre herbeiführen will, gelingt es mir nicht mehr, das Tier hat die Nestöffnung sicher erkannt und geht in das Nest. Anderen Lasius gelingt dies schon in Entfernungen bis zu $5^1/_2$ cm. Der

leitende Sinn scheint in diesem Falle der Geruch zu sein. Bei späteren Versuchen, wo ich es fertig brachte, die Beobachtungstiere (F. gagates, pratensis u. a.) vollständig in die Irre zu führen, beobachtete ich die interessante Erscheinung, dass sie zuletzt gar nichts mehr machten, sondern wie ratlos an einem bestimmten Punkt sitzen blieben und erst nach längerem Verweilen bei Normalstellung des Apparates zuerst langsamer, dann rascher und sicherer den Heimweg einschlugen.

Den Gedanken, dem Tier Hilfen zu geben gegen die übermächtige Lichtwirkung, übertrug ich in der Folge auf den Weg O H. Ich baute von kleinen, locker gelegten Steinchen zwei Schutzmauern auf den Seiten der Strasse, an die sich die Lasius rasch gewöhnten, indem sie sich meist an die östliche Mauer anlehnten und hier auch Stütze bei Drehungen fanden. An einzelnen Strecken entzog ich ihnen die Stütze wieder durch Einlegen von senkrecht abgehenden Nebenstrassen, wie bei R S (Fig. 3). In diese konnte ich die Lasius durch Drehung wieder hineinzwingen. Doch erlebte ich auch mehrfach den bemerkenswerten Fall, dass die Ameise unter dem Druck der Drehung von R aus wohl einen flachen Bogen machte, aber die Ecke S doch noch rechtzeitig erreichte, von wo aus sie dann sicher nach H kam, einem Schwimmer vergleichbar, der, von einem Strome fortgetrieben, im letzten Augenblick noch einen rettenden Strauch ergreifen kann.

Meine letzten Versuche in dieser Gruppe machte ich mit wiederhergestellter gradliniger Ostmauer. Als die Tiere sich wieder an die Hilfe mit bestimmten, erkennbaren Wegmarken gewöhnt hatten, schob ich die Mauer bis auf ein kleines Stück bei O parallel zurück. Die Lasius folgten jetzt nicht der freigelegten «Spur», sondern suchten an der Bruchstelle nach den gewohnten seitlichen Wegmarken und folgten diesen, wenn sie sie fanden. Die Ameisen sind hier anscheinend orientiert durch reine Tastempfindungen, so dass wir neben dem Berührungsgeruch ebenso reinen Tastsinn annehmen können wie einen von demselben abgelösten Ferngeruch.

Eine besondere Betrachtung verdienen die Wege der Kundschafter, weil sie das Tier in eine ihm gänzlich unbekannte Welt führen, und zwar oft in verhältnismäfsig sehr grosse Entfernungen. Sie sind von Cornetz in grosser Zahl und ausgezeichneter Weise untersucht und beschrieben worden. Fig. 4 gibt ein Beispiel. Die Kundschafterin geht immer allein, nie auf einer Fährte, stets ins Unbekannte, und zwar hält sie, bei ständigen Oszillationen des Körpers, im ganzen eine grade

Linie ein (selten mit Wegknickungen), die hier und da durch Felder des Suchens (E) unterbrochen wird. Nach dem Absuchen eines solchen Feldes geht aber die Reise, und das ist das Sonderbare, genau oder fast genau in der bisherigen Richtung weiter. Entschliesst sich das Tier zur Rückkehr, dann wird der Rückweg niemals auf der Spur des Hinwegs genommen, woraus folgt, dass der Rückweg nicht durch den Berührungsgeruch geleitet wird. Er führt mit grösseren Biegungen als der Hinweg hatte, aber mit einer mittleren Linie, die diesem nahezu parallel ist, in die Nähe des Nestes zurück, wo das Tier die ausgreifenden Windungen beginnt, die wir schon kennen. Da der Berührungsgeruch für den Kundschafterweg nicht in Frage kommt, hat Cornetz einen besonderen, unseren Sinnen fremden Richtungssinn angenommen. Sämtliche, sehr zahlreiche und genaue Aufnahmen von Cornetz zeigen aber, dass der Weg vom Nest weg gradliniger ist, als der stets gewundenere Rückweg. Wenn das Tier einem Richtungssinn folgte, müsste es doch wohl umgekehrt sein. Dass aber Lichtempfindungen hier die Führung übernehmen — wobei man an den besonderen Bau des starren Facettenauges zu denken hat — das ist durch Spiegelversuche, die Santschi mit einer Körner sammelnden afrikanischen Ameise gemacht hat, unwiderleglich bewiesen.

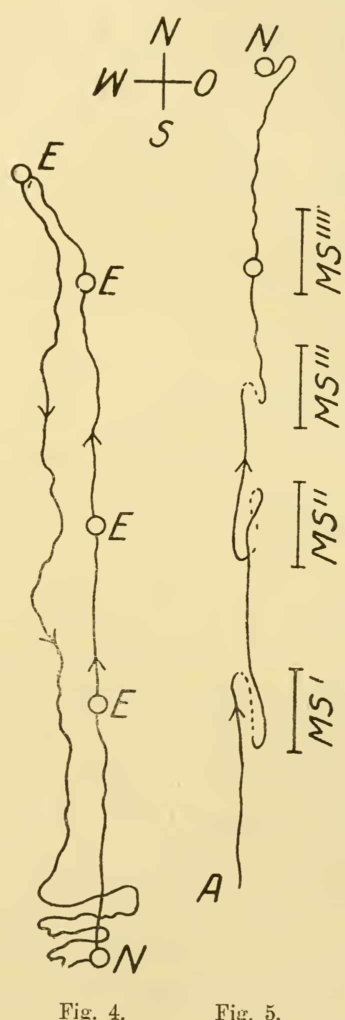


Fig. 4. Fig. 5.

Von vielfachen Versuchen Santschis, die alle im Freien ausgeführt sind, soll einer herausgegriffen werden. Die Ameise geht von A

(Fig. 5) nach dem Nest N zurück. Die Sonne steht im Westen. Nun wird die Lichtwirkung in der Weise umgekehrt, dass ein vor die Sonne tretender Begleiter einen breiten Schatten auf die Ameise wirft, und zugleich werden durch einen Spiegel MS′ die Sonnenstrahlen von Osten her auf die Ameise geworfen. Sofort kehrt das Insekt um und geht den punktierten Weg rückwärts, um die Strahlen wieder auf der linken Seite zu haben, bis die Spiegelwirkung aufhört. Da orientiert es sich wieder richtig nach der Sonne und nimmt den Weg nach N wieder auf. Der Versuch wird bei MS″, MS‴ und MS⁗ wiederholt. Die Falschwege des Tieres werden nach und nach geringer und bleiben in der Nähe des Nestes ganz aus. Am besten gelangen die Versuche bei tief stehender Sonne. Grosse, in der Nähe stehende Objekte (Baum, Haus, Garbenhaufen) wirkten störend.

Wenn diese Versuche einer Ergänzung oder Bestätigung bedürften, könnte man sie in den sogenannten trajets de Piéron finden. Wenn nach Piéron eine Kundschafterin (qui s'en va seule) von Aphaenogaster beim Rückweg auf ein Papier oder ein Blatt mit etwas Erde kommt, dann kann man sie mit dem Blatt aus ihrem Weg forttragen, irgendwohin in ähnliche Umgebung, und sie setzt dort ohne alle Beunruhigung ihren Marsch fort mit derselben Richtung, die sie zuvor hatte, als wenn inzwischen nichts gewesen wäre.

Wenn wir Santschis Versuche mit den meinigen vergleichen, können wir zwei Feststellungen machen. Aus beiden geht gleicher Weise hervor, dass das Tier auf seinem Wege keinem Richtungssinn folgt. Es macht seine Kehren so seelenruhig, als wenn es noch immer die Richtung zum Neste hätte. Bei meinen Versuchen macht das Tier die Kehren relativ zu der gedrehten Bodenfläche; absolut genommen, im Raume, behält es die Richtung bei, ganz wie bei den trajets de Piéron. Es bliebe also die Möglichkeit, dass es durch kinästhetische (Muskel-) Empfindungen in seiner Richtung gehalten wird. Santschis Versuche geben auch hierüber unzweideutigen Aufschluss: Die Kehren auf der unbewegten Erdoberfläche sind wirkliche Umkehrungen im Raum.

Schluss: Bei den besprochenen Wegen wird die Ameise ganz überwiegend, zum Teil ausschliesslich, von Lichtwirkungen geleitet; der den Ameisen eigentümliche Berührungsgeruch kommt nicht zur Erscheinung, ebensowenig irgend ein mystischer Richtungssinn. Da, wo der Weg der Ameise bekannter ist, treten auch Tast- und Muskelempfindungen korrigierend ein, in der Nähe des Nestes wahrscheinlich auch der Geruch.

Zwei der bisher besprochenen Vorgänge verdienen in bezug auf die psychische Ausdeutung noch einer besonderen Hervorhebung. Ich meine den Versuch (Fig. 3), bei dem das Tier durch Drehung in die rechte Nebenstrasse gelenkt werden sollte, und wo es, gegen eine starke Sinnesempfindung ankämpfend, von der Ecke R aus die Ecke S erreichte. Und zweitens den Fall, wo es durch eine Reihe von Drehungen gelang, ein Tier so irre zu machen, dass es zuletzt den Mut verlor und an einer Stelle ruhig sitzen blieb. Nach meinem Dafürhalten sind diese Erscheinungen nicht zu erklären, wenn man nicht einen gewissen Grad des Erkennens, der Überlegung, der Einsicht annimmt. Das mag nicht viel sein, aber das Tier erhebt sich dabei über die Sinneswahrnehmung hinaus zu einer gewissen Beurteilung der Lage.

Das ist von formellem Schlussvermögen, wie man es den Ameisen auch angedichtet hat, noch weit entfernt. Zwei Versuche, die noch besprochen werden sollen, geben von dem Grad der Intelligenz einen ungefähren Begriff. Es waren Wege von F. rufa, die Lasten in das Nest trug. Kleinere Lasten, wie Tannennadeln, kurze Hölzchen, werden von der Rufa stets schwebend, vorwärts gehend getragen. Das Hölzchen wird mit den Kiefern ungefähr in der Mitte gefasst und schwebt mit dem einen Teil unter dem Leib, das andere Ende ragt spiessartig hervor. Schwerere Lasten werden nie anders als mit Rückwärtsgehen fortgezogen.

Bei dem ersten Versuch stand das Rufanest erhöht in der Arena, mit einem 22 cm langen runden Holzstab als Brücke von der Nestöffnung zur Arena. Auf ihm hatte eine Rufa eine grössere tote Fliege in das Nest zu bringen. Sie fasste die Fliege unterhalb des Kopfes und zog sie, in gewöhnlicher Weise rückwärts gehend, nach dem Fusspunkt des Stabes. Hier machte sie nun alle möglichen Versuche, rückwärts ziehend und vorwärts schiebend, die Beute hinauf zu bringen. Da die Fliege dabei beständig abrutschte und die Rufa nachzog, bewegten sich beide in Windungen um den Stab herum, ohne genügend voran zu kommen. Bei dem beständigen Ausprobieren lernte die Rufa aber allmählich, dass sie dann besser vorwärts kam, wenn sie selbst schiebend auf der Seite ging und die Last von dem Stab getragen wurde. Auf diese Weise brachte sie die Fliege von da ab ohne weitere Schwierigkeit ins Nest.

Eine umgekehrte Art des Lernens, Übergang vom Vorwärtstragen zum Rückwärtsziehen, zeigte folgender Vorgang. Die Rufa hatten aus

dem hellen Vornest M eines kombinierten Nestes (Fig. 6) Tannennadeln und Holzstückchen in das dunkle Hauptnest N zu tragen, und zwar durch die Öffnungen A und B der Scheidewand, die 0,4 cm weit waren.

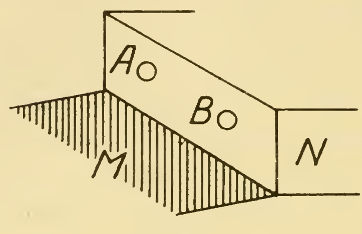


Fig. 6.

Beim Einbiegen legten sich die vorwärts getragenen Hölzchen ausnahmslos wie Knebel quer vor die Öffnung, so dass die Rufa nach und nach von dem vergeblichen Bemühen abliessen und etwa aufgenommene Hölzchen an anderer Stelle des Vornestes zwecklos wieder niederlegten. Nach 6—7 Wochen war aber trotzdem eine langsame Abnahme des Nestmaterials bei M deutlich zu erkennen. Aufmerksamere Beobachtung lieferte am 57. Tage nach Füllung des Nestes die Erklärung. Eine nach unten gewendete Rufa, die sich mit den Hinterfüsschen auf den unteren Rand der Öffnung B stützte, nahm mit den Kiefern ein Hölzchen von der Bodenfläche M auf, rutschte mit der Spitze des Hinterleibes in die Öffnung hinein und verschwand so rückwärts gehend im Hauptnest. Ob noch andere Rufa die ungewöhnliche Tragweise erlernten, war nicht zu ermitteln.

Die beiden geschilderten Vorgänge geben ein Bild, wie die Ameisen, die bei allem Tun eine grosse Hartnäckigkeit an den Tag legen, durch Ausprobieren eine Schwierigkeit überwinden können. Es ist das, was die amerikanische Psychologie trial and error nennt und hat mit einem Überlegen, das sich in Schlüssen aufbaut, nichts zu tun. Aber eine gewisse Stufe von Intelligenz wird man den Tieren in den Fällen nicht absprechen können, wo sie es lernen, zweckmäfsig zu handeln, indem sie den natürlichen blinden Zwang des Instinktes oder der Gewohnheit durchbrechen.

II.

Wie auf dem Gebiet des Erkenntnisvermögens, so stehen auch in der Beurteilung des Gefühlsvermögens zwei Meinungen einander gegenüber. Nach den einen zeigen die Ameisen entwickelte Gemütsbewegungen, wie Hass, Trauer, Mitleid, selbstlose Hingebung, Kummer um Verstorbene,

Pietät bei der Bestattung und dergleichen. Andere meinen, dass die Gefühle allen Tieren fehlen, «sie haben nur die Geste des Gefühls, nicht dieses selbst». Diese Gesten, die Ausdrucksbewegungen, sind bei den Ameisen ohne Frage vorhanden; jeder, der sich mit Ameisen beschäftigt, lernt sie in ihrer Eigenart und überaus starken Ausbildung rasch kennen. Von diesen Ausdruckserscheinungen aber sagt Wundt: «Sie können wirkliche Begleiterscheinungen bestimmter psychischer Zustände, oder sie können auch blosse Wirkungen irgendwelcher, durch periphere Reize schon in den niederen Zentren ausgelöster Reflexe und als solche für die psychische Symptomatik bedeutungslos sein». Und Forel, der ausgezeichnete Kenner des Ameisenlebens, nennt die Affekte der Ameisen penchants instinctifs und sagt: Die Affekte der Insekten sind mehr oder weniger gebunden an ihren Instinkt. Bei der nahen Verwandtschaft von Instinkten und Reflexen liegt in solchen Äusserungen eine starke Mahnung zur Vorsicht bei psychischer Deutung. Da wir nicht in die Tiere hineinsehen, können wir von den Ausdrucksbewegungen, die an psychisch leere Instinkte geknüpft sind, in der Tat nicht auf Vorhandensein von Gefühlen schliessen. Um so weniger, als allgemein schon der Schluss von den Ausdrucksformen auf ein verursachendes Gefühl unsicher und so wenig zwingend ist, dass Psychologen die Reihenfolge sogar haben umkehren können.

Dass heftige «Gesten» der Ameisen, welche Instinkthandlungen begleiten, in Wahrheit nur leere Gesten sein können, soll an einem sehr drastischen Versuch, den Wasmann zuerst ausgeführt hat, gezeigt werden. Die bei uns lebende Amazonenameise ist ein wenig begabtes Tier, für das die Erbeutung von Sklaven eine Lebensnotwendigkeit ist, weil die Amazone bei dem Bau ihrer Kiefer zu Nestbau und Brutpflege untauglich ist. Ja, sie kann nicht einmal allein fressen und muss sich von den Sklavenameisen füttern lassen.

Aber sie hat einen einzigen, ausgezeichnet entwickelten Instinkt, sie ist mit ihren säbelförmigen Kiefern eine wunderbare Kriegerin mit einer hochstehenden Kriegstaktik. Von den Einzelheiten kann hier nur erwähnt werden, dass bei einem Kriegszug die Amazonen in der Nähe des zu überfallenden Nestes Halt machen, bis der ganze Heereszug versammelt ist. Dann erst stürzt die Masse mit einem Male auf das feindliche Nest, die Amazonen beissen wütend um sich und machen alles nieder, was sich in den Weg stellt. Ihre Kampflust wird mehr und mehr ein blindwütiges Morden. Ist der Widerstand gebrochen, dann dringen sie

in das Innere des Nestes ein und holen die Puppen, aus denen sie später die Sklaven erziehen.

Unterbricht man den instinktmäfsig ablaufenden Vorgang, der so vernünftig erscheint, experimentell, dann offenbart sich plötzlich, wie wenig Psyche hinter den Instinkthandlungen steht; bei allen Insekten, wie J. H. Fabre in überzeugender Weise gezeigt hat.

Wird vor ein Amazonennest ein Haufen Puppen der Sklavenameise geworfen, dann ergreift eine ausserordentliche Erregung das Amazonenvolk, die Amazonen stürzen mit Leidenschaft auf die Puppen los — aus Freude über die mühelos erworbene Beute, wie wir nach menschlicher Beurteilung glauben möchten. Aber nichts von alledem, wenn wir der weiteren Entwickelung zuschauen. «Dann springen sie wütend auf denselben umher, suchen ringsum einen Eingang, wie in einem zu erobernden Nest, beissen in die Erde und in die Puppen selbst hinein — aber die vor ihrer Nase bereit liegende Beute scheinen sie nicht zu bemerken», so beschreibt der immer zuverlässige Wasmann den Vorgang. Wir müssen ein irreführendes menschliches Vorstellen und Fühlen hier ganz bei Seite lassen, es ist keine Spur von Freude bei den Amazonen vorhanden, sie erkennen die Beute in dieser, aus dem Instinktverlauf herausgerissenen Lage nicht einmal, denn sie tragen sie nachher garnicht ins Nest. Es ist aber auch kein Hass da, keine Wut gegen einen zu bekämpfenden Feind, denn nirgends ist ein Feind. Die starken Ausdruckserscheinungen sind «blosse Wirkungen irgendwelcher, schon in den niederen Zentren ausgelöster Reflexe», um Wundts Worte zu wiederholen.

Wenn wir uns hiernach hüten, Gefühle bei den Ameisen zu suchen in der Nähe, in Begleitung starker Instikthandlungen, wo Ausdrucksbewegungen am lebhaftesten und augenfälligsten auftreten, dann werden wir uns in unseren Zielen sehr bescheiden müssen und uns genügen lassen, wenn wir durch Versuche das Vorhandensein von einfachsten Gefühlselementen als festgestellt betrachten können. Ich will solche gleich nennen, es ist nicht viel: Wiedererkennungsgefühl, Spannung und Unruhe, Befriedigung nach gelöster Spannung.

Als ich mich zu solchen Untersuchungen entschloss, schied ich alle Affekte im engeren Sinne aus den oben angegebenen Gründen ohne weiteres aus. Ein Gebiet aber drängte sich meiner Überlegung immer stark auf: die für den Bestand des Ameisenvolkes so wesentliche Form des sozialen Lebens, die bei den Menschen zu den Formen und Ausdrucksweisen des sozialen Gefühls sich erhebt. Bestärkt wurde ich

hierin durch eine vereinzelte Beobachtung aus früherer Zeit, die dann auch der Ausgangspunkt mannigfacher Versuche wurde.

Zum Verständnis dieser Beobachtung und der angeschlossenen Versuche muss ich über das Zusammenleben der Ameisen weniges vorausschicken. Die Ameisen erkennen sich als Nestgenossen durch ein rasches trillerndes Berühren mit den Fühlern. Nestfremde, auch von derselben Art, die sich sofort durch den fremden Nestgeruch verraten, werden immer feindlich angegriffen und in der Regel getötet. Abgesehen von jenem Erkennungsakt laufen die Nestgenossen im Neste gleichgültig nebeneinander her, keine Ameise kümmert sich um die andere, auch Königinnen machen im allgemeinen keine Ausnahme. Selbst Ameisen, die monatelang vom Nest getrennt waren und zurückgebracht wurden, laufen mit einer gewissen gleichgültigen Selbstverständlichkeit ins Nest und werden mit derselben Gleichgültigkeit wieder angenommen — ohne alle Wiedersehensfreude. Die Individuen erkennen sich nicht als solche, sie erkennen den Nestgeruch, nichts weiter. Bisweilen aber streicheln und belecken sich zwei Ameisen in auffälliger Weise; sie gehen indessen darnach auseinander und kennen sich nicht mehr als zwei beliebige andere Nestgenossen. Es ist eine Instinkthandlung hedonischen Charakters. Noch häufiger ist gegenseitiges Füttern. Dies ist ein reflektorischer Akt, der ganz ebenso durch einen Parasiten am Maul der Ameise ausgelöst werden kann. Die Königinnen bekümmern sich um die Brut wenig oder garnicht. Sie legen die Eier, das übrige besorgen die Arbeiterinnen. Diese retten auch rasch die Puppen ins Dunkle bei plötzlicher Erhellung des Nestes, wie man das bei jedem Neste draussen sehen kann. Nur einmal im Leben erwachen bei der Königin alle in ihr schlummernden Instinkte der Brutpflege, nämlich dann, wenn sie nach dem Hochzeitsflug irgendwo untergekrochen ist und allein, ohne alle Hilfe, zur Gründung einer neuen Kolonie schreitet.

Unter merkwürdigen Umständen geschah dies in einem künstlichen Nestchen im Jahre 1902 bei einer jungen Königin von Lasius flavus. Von den Eiern und Larven ging durch Missgeschick nach und nach alles verloren bis auf zwei Puppen, von denen im folgenden Jahre eine kleine Ameise auskroch. Bei der Königin fingen jetzt die Brutinstinkte an zurückzutreten, denn wenn das Nestchen erhellt wurde, wartete sie darauf, dass das Junge die Puppe ins Maul nahm, und tat es erst selbst, wenn dieses zögerte. Der Rückgang des Brutinstinktes

4*

war hier deutlich zu beobachten. Nach kurzer Zeit starb auch die Puppe ab und verschwand, und nun lebten diese zwei Tiere monatelang in einem so innigen Verhältnis miteinander, wie es m. W. von Insekten noch nie beobachtet war und auch kaum für möglich gehalten worden ist. Das Junge sass fast immer unter dem Leib der Königin und fühlte hinauf nach der Mutter, und diese fühlte ebenso herunter. Und war eins von beiden ein Stückchen weggekrochen, dann wurde das andere unruhig und kroch nach. Wenn jede poetische Deutung dieses Verhältnisses abgewiesen wird, konnte der Grund nur in dem den Ameisen innewohnenden Geselligkeitstrieb gesucht werden.

Es eröffnete sich also die Möglichkeit, diesen Trieb experimentell sichtbarer herauszubringen, durch Isolierung zu verstärken und auf einen einzigen Nestgenossen hinzulenken, die zwei Nestgenossen zu trennen und wieder zu vereinigen oder nach der Trennung sich gegenseitig aufsuchen zu lassen und das Benehmen der Tiere dabei zu untersuchen. In besonderen, dem Zwecke angepassten Apparaten wurden so in grosser Anzahl Paare aller Arten von Formica, Myrmica, Lasius u. a. einer längeren Isolierung unterworfen, und zwar Arbeiterinnen und Königinnen für sich oder gemischt, Angehörige desselben Nestes oder Nestfremde, selbst Artfremde. Die Erfolge waren, wie zu erwarten, sehr verschieden, was sich weniger in der engen Isolierzelle als später nach der Übertragung in das eigentliche Versuchsnest zeigte. Gute Ergebnisse hatte ich mit Königinnen, sehr viel schlechtere mit Arbeiterinnen, nach den Abstufungen nestangehörig, nestfremd, artfremd. Doch habe ich auch unter rassefremden Arbeiterinnen von Formica und Myrmica eine merkbare Angewöhnung erzielen können. Die besten Ergebnisse hatte ich mit jungen Königinnen von Lasius flavus. Von den Versuchen mit diesen soll im folgenden einer dargestellt werden.

ABCD (Fig. 7) stellt das Versuchsnest dar. Es unterscheidet sich wesentlich von dem Lubbock-Nest. Der Glasdeckel liegt lose auf einem Wattestreifen und besteht aus 2 scharnierartig verbundenen Hälften. Dadurch ist das Nest für die Versuche an allen Orten leicht zugänglich. Als die Königinnen in das Nest übergeführt waren, liess ich ihnen zunächst 8 Wochen Ruhe, um sich vollständig einzugewöhnen. Der gewöhnliche Aufenthaltsort war ungefähr in der Mitte bei O, anfangs ungeschützt, später als die Tiere durch die Versuche sich beunruhigt fühlten, von einem sichelförmigen, niederen Erdkessel umgeben. Hier sassen sie immer parallel nebeneinander, gleichgerichtet

oder noch häufiger entgegengesetzt gerichtet, und streichelten, befühlten und beleckten sich. Selten entfernten sie sich voneinander, und dann nur wenig (z. B. nach dem Futtergläschen F G H I oder nach dem an der Kante C D liegenden eckigen Erdwall) und nur kurze Zeit. Kroch in diesem Falle die eine zurück oder die andere hinterher mit langsamen, der Art eigenen phlegmatischen Bewegungen, dann schien es ihnen zu genügen, wenn sie nur wieder den Leib der Gefährtin betasten konnten.

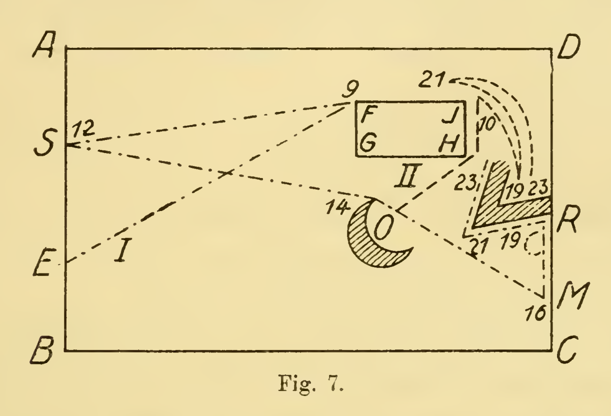


Fig. 7.

Bei jedem Versuch lag neben dem Nest ein Kontrollblatt, genau der Bodenfläche des Nestes entsprechend, auf dem die Bewegungen der Tiere mit den Zeiten (in Minuten, vom Beginn des Versuchs ab gezählt) eingetragen wurden, durch Festlegen von Wendepunkten u. dgl., die als Wegmarken dienten.

Bei dem, in Fig. 7 dargestellten Versuche wurde die etwas hellere Königin I mit der Pinzette von O weggenommen und an die Kante A B nach E gesetzt. Bei früheren Versuchen dieser Art irrte die Königin erst eine Zeit lang an A B auf und ab, ehe sie den Rückweg einschlug. Im Falle der Fig. 7 stiess sie nach einigem Zaudern gleich nach dem Fütterungsglas vor, nach 9 bei F, ging dann langsam suchend nach A B zurück, sodann in raschem Tempo nach O (14), und da sie die Königin II hier nicht fand, ohne Aufenthalt nach M (16) und in die Ecke R (19) hinein. Inzwischen hatte II die Gefährtin im Erdkessel vermisst und war auf die Suche gegangen, zuerst um das Futtergläschen herum (Punkt 10), dann in die bekannte Erdecke hinein (19). Hier nun muss I die Witterung von II gehabt haben, denn sie setzte mehrmals dazu an, in den Erdwall einzudringen, und

witterte auch mit den Fühlern hinauf. Während jetzt II nochmals nach Punkt 21 ihres Weges vorstiess und in die Ecke zurückging, wendete I nach links über Punkt 21 bis 23. An dieser Stelle, wo sie die II noch nicht sehen konnte, zeigte sie wieder die langsamen, weit ausholenden, in die Luft hineingreifenden Fühlerbewegungen, die ich schon früher mit «winden» bezeichnet habe. Nach 24' (in der Figur absichtlich weggelassen) Wiederfinden in der Ecke. Diesmal ohne besondere Ausdrucksformen. Die Tiere stellten sich, entgegengesetzt gerichtet, nebeneinander und betasteten beruhigt das Abdomen der Gefährtin.

Der Versuch ist ein aus einer Reihe herausgegriffener. In früheren Fällen war das Wiederfinden begleitet von charakteristischen Ausdrucksbewegungen. Die Tiere streichelten sich mit den Fühlern, befühlten sich am Mund, beleckten sich mit leise zitternden Fühlerspitzen und gaben sich erst nach dieser Begrüssung durch ruhiges Nebeneinanderstellen dem sicheren Gefühl des Wiederhabens hin.

Mit Absicht habe ich jetzt das Wort «Gefühl» gebraucht. Denn es scheint mir unmöglich, bei diesen vom Instinkt abgelösten Vorgängen, wo alle denkbaren Gefühlsrichtungen, Unlust und Lust, Erregung und Beruhigung, Spannung und Lösung, so deutlich erscheinen, ein verursachendes Gefühl zu leugnen. Bezeichnend für die Gefühlserregung ist z. B. die auffallend kurze Zeit, die das langsame Tier für die Strecke SOM brauchte, aus welcher man auch einen Schluss auf die erregten Bewegungen des Körpers und der Fühler ziehen mag; wie der Kessel O ohne Aufenthalt durchquert wurde, die Anziehungskraft der Heimstätte dem herrschenden Gefühl gegenüber also nicht zur Geltung kommen konnte (12—14—16!); wie dann bei 19 und 21 die Spannung einen Höhepunkt erreicht und bei 23 die Lösung sich vorbereitet. Selbst wie öfters auftretende Gefühle sich abschwächen, stumpfer werden, zeigt unser Beispiel. Das Wiederfinden war bei den Anfangsversuchen von lebhaften Ausdrucksbewegungen begleitet, später wurde es eine Selbstverständlichkeit mit einfacheren psychischen und physischen Erscheinungen.

Wir haben uns bemüht, dem Seelenleben der Ameisen nach Goethes Rat nicht von der Seite unserer Vorstellungen, sondern von den «Sachen» her näher zu kommen. Unsere Vorstellungen aber sind es, wenn wir mit Wundt meinen, «dass die Symptome, die bei den höheren Tieren durch Wegnahme des Vorderhirns dauernd verschwinden,

wie Wiedererkennen, Äusserungen von Lust und Zuneigung, bei den niederen Tieren überhaupt nicht vorkommen». Und Vorstellungen sind es, wenn K. C. Schneider sagt, dass die Gefühle allen Tieren fehlen, dass ihnen nur die «Plasmaempfindungen Hunger, Durst u. dgl.» zukommen, dass sie nur «die Geste des Gefühls» nicht dieses selbst haben. Denn leugnen wir den Zusammenhang von physischer Geste und psychischem Gefühl bei den zwei Lasiusköniginnen, dann ist nicht einzusehen, was uns veranlassen könnte, in dieser Verneinung auf der langen Stufenfolge bis zum Menschen hinauf Halt zu machen, und wir kämen zuletzt zu dem, alles in Frage stellenden, unfruchtbaren Solipsismus, über den sich Forel in seinem Buche «Sinnesleben der Insekten» mit so köstlichem Humor von Rechts wegen lustig macht.

Es ist ein bescheidener Anteil an den Aufgaben der Tierspychologie, wenn wir uns mit den psychischen Fähigkeiten der Ameisen beschäftigen. Aber in einen grösseren Zusammenhang sehen wir uns durch sie noch gestellt. Der Begründer der neueren Philosophie, Descartes, hat die Tiere für seelenlos gehalten, und seine ganze Auffassung vom Verhältnis der menschlichen Seele zum Körper hängt davon ab. So fest und sicher seine Meinung hierüber in den Werken ist, mit einer gewissen Unruhe kehren doch in den Briefen seine Gedanken immer wieder zu der Grundfrage zurück. Ein Jahrhundert danach hat der scharfsinnige Bekämpfer der Descartesschen Philosophie, der Franzose Condillac, in seinem Traité des animaux gerade diese Grundlage angegriffen und erschüttert und das vollständige innere Zusammengehören alles Lebendigen gezeigt. «Die Tiere empfinden, und wenn sie empfinden, so empfinden sie wie wir», heisst es im Tr. d. a. Und wieder ein Jahrhundert später hat unser letzter grosser deutscher Philosoph die Rätsel des Seins nur zu lösen vermocht, indem er sich auch die Atome als beseelt dachte. Bei der Beschäftigung mit dem Seelenleben der Ameisen nehmen wir also teil an der wichtigsten und würdigsten Aufgabe, die der denkende Mensch sich stellen kann — der Gewinnung einer Weltanschauung.